

УДК 630.161, 629.73

Д. Ю. Мягков, кандидат технических наук, доцент, профессор

(Минский государственный высший авиационный колледж);

Р. И. Могилянец, магистр технических наук, аспирант

(Минский государственный высший авиационный колледж)

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

В статье рассмотрен вопрос о применении беспилотных летательных аппаратов для мониторинга состояния лесного хозяйства при обнаружении лесных пожаров и оценки их последствий.

The issue of unmanned aircraft usage for forestry quality monitoring and forest fires detection and assessment of their consequences is considered in this article.

Введение. Республика Беларусь обладает обширными лесными богатствами, требующими постоянных мероприятий по охране и защите, проведение которых невозможно без авиации.

К лесоавиационным работам относятся: авиационная охрана (патрулирование) лесов от пожаров и тушение их с применением авиации; аэрофотосъемка лесов; аэротаксация лесов; лесопатологическое обследование; фенологические наблюдения; авиационные работы по борьбе с вредителями лесов, нежелательной древесно-кустарниковой растительностью; аэросев леса; авиаобслуживание лесной промышленности, лесозаготовок и лесосплава.

Основная часть. В настоящее время актуальной становится задача применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для вышеперечисленных работ [1, 2].

Рассмотрим перспективные направления использования БПЛА в лесном хозяйстве.

1. Информационная поддержка оперативных штабов по тушению крупных лесных пожаров, в том числе в сложных и чрезвычайных условиях.

Технологические задачи: обеспечение высокого (непрерывного) уровня мониторинга за распространением лесных пожаров, в том числе крупных, в неблагоприятных погодных условиях (сильное задымление); передача видеoinформации непосредственно в оперативный штаб на удалении до 50 км; ретрансляция сигналов УКВ-связи, передача цифровых пакетов информации между командами тушения и оперативным штабом с целью повышения качества управления силами тушения.

Данные задачи могут быть решены БПЛА малого и среднего класса. При повышении требования по дальности передачи информации до 100–150 км и свыше обеспечению устойчивой работы в условиях сложного рельефа данные задачи могут решаться БПЛА среднего и большого классов.

Ожидаемый результат: обеспечение непрерывного уровня мониторинга лесопожарной

ситуации в кризисной оперативной зоне, повышение качества связи на пожарах в труднодоступных районах; снижение уровня угроз населенным пунктам и объектам экономики за счет своевременности принятия штабами организационных решений.

2. Информационная поддержка наземных сил с применением БПЛА микрокласса.

За каждым лесным пожаром, возникшим на обслуживаемой территории, устанавливается наблюдение с воздуха с момента его обнаружения и до полной ликвидации.

Необходимость облета пожара устанавливается на основании информации, получаемой от руководителя тушения лесного пожара. Облет лесного пожара производится 2–3 раза в день.

Общий осмотр пожара производится на высоте полета 600–800 м. При каждом осмотре на карту (карту-схему) наносятся границы пожара и около нее указываются дата осмотра и площадь, что позволяет выявить динамику распространения пожара.

Во время осмотра действующих лесных пожаров оператор определяет основное направление распространения огня, наличие угрозы распространения пожара объектам экономики и населенным пунктам, наличие отдельных очагов горения, участков, особо опасных в пожарном отношении, места перехода огня через минерализованные полосы и, по возможности, выявляет местонахождение людей и техники, занятых на тушении пожара с целью определения правильности их расстановки на кромке пожара. Одновременно с получением видеoinформации представителями лесной службы принимаются решения о тактических способах тушения, маневрировании людскими и техническими ресурсами. Намечаются естественные рубежи для остановки огня, подъездные пути (подходы) к пожару, участку кромки (дороги, тропы, озера, ручьи, реки, мосты).

Проведение детального осмотра действующего лесного пожара (контроль за работой лесопожарных команд) производится с высоты

200–400 м. С этой высоты хорошо просматриваются минерализованные полосы, проложенные лесопожарной техникой.

Если лесопожарная техника оборудована «радиомаяками» из комплекта БПЛА, то при полете БПЛА в зоне их действия она отображается на экране непосредственной системы управления.

При осмотре локализованных пожаров основное внимание оператора обращается на дымовые точки по периферии пожара (горящие и дымящиеся пни, стволы деревьев, кучи древесного хлама, и т. д.), степень их опасности с точки зрения возможности возобновления и распространения огня, на наличие и работу людей, оставленных на месте пожара для его окарауливания и полной ликвидации.

Для обнаружения скрытых очагов горения применяются комбинированные (оптический и ИК диапазон) видеокамеры. Полеты для обнаружения скрытых очагов горения производятся в ранние утренние или поздние вечерние часы, когда влияние солнечной радиации минимально.

Для оперативного маневрирования людскими и техническими ресурсами предусмотрено наличие двухсторонней радиосвязи между оператором БПЛА и наземными командами пожаротушения.

При движении колонны лесопожарной техники к лесному пожару (в зоне действия лесного пожара) применяется БПЛА для разведки подъездных путей, а также путей эвакуации в случае внезапного изменения лесопожарной обстановки (усиления пожара).

Технологические задачи: проведение полетов на малых высотах до 100 м в ближней зоне на удалении до 5 км, возможность проведения старта и посадки с любой площадки ограниченных размеров.

Ожидаемый результат: наведение наземных команд при движении на пожар малой площади или проблемный участок кромки пожара в условиях пересеченного рельефа, информационная поддержка работ по тушению пожара средних размеров, поддержка работ по окарауливанию при дефиците персонала, мониторинг изменения опасных ситуаций на пожаре, повышение эффективности наземного патрулирования.

3. Плановый лесопатологический мониторинг состояния контрольных участков лесного фонда.

Имеется проблема оперативного мониторинга состояния лесного фонда на контрольных участках, требуется обеспечить периодичность осмотра нескольких десятков участков, расположенных в удаленных труднодоступных районах по территории региона (субъекта) с целью своевременного выявления отрицательных ле-

сопатологических тенденций. Организация работы наземных команд для осмотра контрольных участков – затратное мероприятие с низкой производительностью, требующее отвлечения людских ресурсов, иногда привлечения дорогостоящей авиации для доставки команд. Применение пилотируемой авиации не обеспечивает постоянства и своевременности по техническим и организационным причинам, при этом имеется очень высокая стоимость данных работ. Использование для данных целей средств космического мониторинга позволяет частично снять остроту проблемы, но в силу технических особенностей не обеспечивает достоверности результатов в оперативные сроки.

Решение технологических задач включает проведение автоматического полета по заданному маршруту с удалением свыше 100 км от точки старта; выполнение полетов по маршруту в воздушном пространстве; проведение аэрофотосъемки в контрольных точках с требуемыми характеристиками.

Данные задачи могут быть решены БПЛА среднего и большого класса.

Ожидаемый результат: заблаговременное выявление районов с негативными лесопатологическими тенденциями, снижение затрат на проведение планового мониторинга состояния лесов, адресное использование ресурсов служб по защите леса, предотвращение возможного ущерба за счет своевременности реализации лесозащитных мероприятий.

Полеты по оценке лесопатологического и санитарного состояния лесов выполняются на высоте 600–800 м. В качестве патрульных карт используются топографические карты масштаба 1 : 1 00 000 – 1 : 2 000 00 или их копии, а также лесопожарные карты.

Для мониторинга местности применяются следующие бортовые целевые нагрузки: видеокамеры оптического диапазона; фотоаппараты оптического диапазона.

В процессе полета, после взлета и набора высоты, оператор путем просмотра видеозображения, передаваемого с БПЛА в режиме реального времени, ведет наблюдение за пролетаемой местностью. Видеокамеру БПЛА следует устанавливать таким образом, чтобы обеспечивался обзор пролетаемой местности с частичной видимостью горизонта. По изменению окраски и разреженности полога леса и другим визуальным признакам можно определить следующие виды участков повреждений: повреждение хвое-листогрызущими насекомыми (чем больший процент объедания хвои (листвы), тем сильнее сквозь крону проявляется цвет стволов поврежденной породы, влияющий на окраску полога леса); ветровалы, снеголомы, буреломы

свежие; сухостои (старые гари, шелкопрядники); захламленность на свежих вырубках; свежие гари; насаждения с патологическим состоянием от невыясненных причин.

4. Противодействие незаконной хозяйственной деятельности в лесах.

Накопленный опыт показал эффективность БПЛА малого класса при противодействии незаконным рубкам. Недостатками такого подхода является недостаточная разрешающая способность оптического канала получения видеoinформации, контроль за незначительной зоной лесного фонда, необходимость получения предварительной информации о фактах и координатах мест незаконной деятельности. Все это снижает оперативность мероприятий по противодействию и недостаточно реализует потенциал воздушного наблюдения с помощью БПЛА. Поэтому необходимо применение БПЛА, способного не только фиксировать факт незаконной рубки и наводить оперативные группы.

Требуется реализовать возможность поиска участков лесного фонда с незаконной деятельностью, выявления фактов нахождения производственных сил (тракторов, команд нелегальных лесорубов и т. п.) и их активности. Подобные задачи могут быть реализованы в рамках системного технического решения, использующего возможность наземных автономных датчиков получения информации об активности (сейсмической активности лесовозной техники, изменений магнитного поля при передвижении автотранспорта или оборудования, акустической и т. п.), технологии регистрации мест работы приборов связи (радиостанций, мобильных телефонов и др.), сбора информационно-данных с помощью БПЛА и передачи их оперативной группе. Такой подход позволит существенно расширить контролируемый район, выявлять маршруты движения техники и объемы транспортировки древесины, точки сбора противоправных лиц, хранения оборудования, выявления технологической цепочки транспортировки и реализации незаконной древесины. Указанные задачи могут быть решены БПЛА малого и среднего класса.

Ожидаемый результат: повышение раскрываемости преступлений в области незаконной хозяйственной деятельности, организация эффективной системы охраны ценных участков лесного фонда от незаконных рубок.

Полеты по обеспечению противодействия незаконной хозяйственной деятельности выполняются на истинной высоте 600–800 м. В качестве патрульных карт используются топографические карты масштаба 1 : 100 000 – 1 : 200 000 или их копии. На карту наносятся действующие лесосеки, переданные в аренду участки лесного фонда.

В процессе полета, после взлета и набора высоты, оператор путем просмотра видеоизображения, передаваемого с БПЛА в режиме реального времени ведет наблюдение за пролетаемой местностью. Видеокамеру БПЛА следует устанавливать таким образом, чтобы обеспечивался обзор пролетаемой местности с частичной видимостью горизонта.

При осмотре территории обращается внимание на характерные изменения в ландшафте насаждений: изменение полноты древостоя; изменение цвета насаждения; наличие проезжих дорог в лесных массивах; районы вырубок прошлых лет; поляны в лесу.

5. Патрулирование лесного фонда.

Патрульный полет при нормальной видимости выполняется на высоте 600–800 м. В качестве патрульных карт используются топографические карты масштаба 1 : 100 000 – 1 : 200 000 или их копии, а также лесопожарные карты.

Для мониторинга местности применяются следующие бортовые целевые нагрузки: видеокамеры оптического диапазона; видеокамеры инфракрасного (ИК) диапазона (тепловизоры); фотоаппараты оптического диапазона. В ходе выполнения полета по маршруту авиационного патрулирования локальной территории, оператор, осуществляя просмотр видеоизображения, передаваемого с БПЛА в режиме реального времени, ведет наблюдение за появлением дыма и одновременно контролирует параметры полета (особое внимание уделяется удаленности БПЛА от точки старта, скорости и направлению ветра, напряжению батарей). Видеокамера БПЛА устанавливается таким образом, чтобы обеспечивался обзор пролетаемой местности с частичной видимостью горизонта. Заметив дым, оператор переводит режим полета БПЛА в ручной или полув автоматическом режим, вносит изменения в маршрут полета и направляет его к дымовой точке.

Для документирования лесных пожаров производится фотографирование мест их возникновения при помощи фотоаппарата или видеокамеры (стоп-кадр).

Зарубежный опыт показал, что применение БПЛА для патрулирования лесного фонда является одной самых сложных задач с технической точки зрения. Ограничение радиуса эффективных действий БПЛА по дальности прямого радиоканала не позволяет использовать БПЛА малых классов для патрулирования территорий лесного более 200 тыс. га, среднее качество оптических каналов БПЛА малых классов снижает радиус обзора камер до 10 км. Решением этой задачи может являться БПЛА с радиусом действия от 50 км до 150 км и специализированной целевой нагрузкой, обладающей следующими характеристиками:

- оптические системы высокого разрешения с дальностью обнаружения дымовой колонки пожара размерами 0,1 га; наличие инфракрасного канала обнаружения;

- наличие системы передачи цифровых данных с высокой пропускной способностью;

- ретрансляция сигналов УКВ-связи по направлению пожар – пожар, пожар – авиаотделение, пожар – лесничество; системы автоматического обнаружения (без участия оператора) и идентификации загораний;

- наличие систем предотвращения столкновения в воздушном пространстве.

Комплекс с подобными характеристиками мог бы обеспечить проведение авиапатрулирования участков лесного фонда размерами 1–1,5 млн. га, что соответствует типовой нагрузке для самолета Ан-2 или вертолета Ми-2.

Он может быть реализован на БПЛА среднего и большого класса. При реализации данного направления развития БПЛА следует учитывать, что появление отечественных и российских БПЛА большого класса ожидается в ближайший год-два. До этого момента целесообразно провести отработку отдельных технологичных перспективной специализированной целевой нагрузки на БПЛА среднего класса.

Ожидаемый результат: снижается себестоимость проведения авиапатрулирования в 5–6 раз, зависимость от авиакомпаний, обеспечивается нормативная кратность патрулирования, повышается гибкость применения авиации для задач лесного хозяйства.

Заключение. Таким образом, направление развития БПЛА идет от «универсальности» в сторону «специализации» беспилотных аппара-

тов и самих комплексов на «унифицированных» платформах управления, т. е. комплексы, в перспективе, будут создаваться исключительно под целевые требования заказчика. При этом «унификация» платформы управления позволят формировать один комплекс с набором аппаратов разного класса и типа.

Данный подход позволяет снизить стоимость как самого комплекса, так и удельные затраты в период его эксплуатации за счет оптимизации выполнения полетов.

В лесном хозяйстве, где часто доминирует сочетание требований дальности, обеспечения заданной производительности при работе с площадными объектами, непрерывности наблюдений, приемлемой себестоимости работ, вопрос эффективности вертолетных БПЛА представляется неоднозначным. Поэтому эксплуатация беспилотных вертолетов в современных условиях представляется целесообразной, прежде всего в областях ГО и ЧС, военном применении, обеспечении морской деятельности и т. п.

Литература

1. Портал Woodbusiness.ru – интернет-журнал лесопромышленного комплекса [Электронный ресурс] / компания Woodbusiness.ru. – СПб., 2013. – Режим доступа: <http://woodbusiness.ru>. – Дата доступа: 14.02.2013.

2. Форумы лесной отрасли: forums.wood.ru – портал лесной отрасли [Электронный ресурс] / учеб. центр «Альдема». – Иркутск, 2013. – Режим доступа: <http://info@wood.ru>. – Дата доступа: 14.02.2013.

Поступила 15.02.2013